

David JONOV¹, Karel KUBEČKA²

RIZIKA STAVEB Z HLEDISKA ZAKLÁDÁNÍ

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou rizik staveb v oblasti zakládání stavebních konstrukcí a to především rizik geotechnických, která jsou pro tento stavební obor specifická. Popisuje možné nepříznivé události ke kterým může dojít a jejich důsledky, přípustnost rizik a metody jejich snižování.

ÚVOD

Pojem riziko je ve stavebnictví používán stále častěji. Tam, kde by vyloučení nejistot objevujících se ve stavebních procesech znamenalo obrovské zvýšení nákladů, nebo tam, kde tyto nejistoty nelze vyloučit vůbec je nutno do přípravného a realizačního procesu staveb zahrnout kromě obvyklých inženýrských kritérií také analýzu rizik a případně přijmout určitá opatření vedoucí k jejich snížení pod přijatelnou mez.

RIZIKA STAVEB

Rizikem stavby v převážné míře rozumíme rizika technického charakteru. Toto riziko vnímáme jako míru nebezpečí úrazu, vzniku škody nebo poruchy různě, podle oboru lidské činnosti. V současnosti se ve stavebnictví pravděpodobnost vzniku škody na stavebních konstrukcích redukuje případně eliminuje použitím empirického nebo deterministického přístupu, prostřednictvím normových ustanovení. Jejich dodržování zajišťuje snížení pravděpodobných rizik na společensky a ekonomicky přijatelnou úroveň, nebo je při dodržení ustanovení norem eliminuje zcela (např. u dimenzování nosných konstrukcí staveb).

Pojem technické riziko je ve stavitelství definován jako souběh pravděpodobnosti vzniku nepříznivé události a jejich důsledků a dá se vyjádřit jako součin:

$$R = C \cdot P_f$$

kde C je míra očekávané škody a

P_f je pravděpodobnost jejího výskytu, tedy skutečnosti, že nepříznivá událost nastane.

Pokud se na celkovém riziku podílí více dílčích činitelů, jak tomu v praxi ve většině případů je, lze výsledné riziko obecně zapsat jako součet jednotlivých dílčích rizik:

$$R = \sum_{i=1}^n C_i \cdot P_{fi}$$

Nepříznivá událost ve stavebnictví je vznik stavu, který projektem nebyl předpokládán a má nepříznivé důsledky, které lze v konečném výsledku vyjádřit finančně, buď přímo částkou jako vzniklé škody, nebo jako náklady nutné na odstranění následků nepříznivé události. Pravděpodobnost vzniku nepříznivé události lze ocenit například použitím pravděpodobnostních metod, hodnotou

¹ Ing., FAST VŠB – TU Ostrava, Katedra stavební mechaniky, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava, tel.: 59 732 1322, fax: 59 732 1358, e-mail: david.jonov.fast@vsb.cz

² Ing., Ph.D., FAST VŠB – TU Ostrava, Katedra konstrukcí, Ludvíka Podéště 1875, 708 33 Ostrava, tel.: 59 732 1343, fax: 59 732 1358, e-mail: karel.kubecka@vsb.cz

v intervalu 0 až 1. Nula zde znamená, že k nepříznivé události dojít nemůže, hodnota jedna, že nepříznivá událost nastane vždy.

Úkolem je stanovit výskyt možných rizik, určit pravděpodobnost s kterou nastanou, jejich důsledky a případně vhodnými opatřeními zajistit snížení či eliminaci škod.

RIZIKA STAVEB Z HLEDISKA ZAKLÁDÁNÍ

Rizika která mohou nastat při zakládání staveb lze rozdělit na rizika konstrukční, neboli rizika spojená s návrhem, realizací a údržbou základových konstrukcí, případně s užíváním objektu, a na rizika geotechnická, která souvisí například s geotechnickým průzkumem staveniště [1]. Oblast konstrukčních rizik je víceméně společná pro všechny konstrukční části objektu, ale rizika staveb z hlediska zakládání jsou specifická právě možností vzniku rizik geotechnických a dále se tedy budeme zabývat právě touto skupinou.

PŘÍKLADY NEPŘÍZNIVÝCH UDÁLOSTÍ

v přípravné fázi projektu opominuty. Následující tabulka uvádí nejběžnější z nich.

Nepříznivá událost	Možné důsledky
Geologické poměry jsou jiné, než bylo předpokládáno průzkumem, nebo na základě archivních studií (např. větší hloubka skalního podloží, vyšší úroveň hladiny podzemní vody, nepředpokládané geologické poruchy v základové spáře, atd.)	Zvýšení finančních požadavků na práce, nutnost dodatečných úprav projektu, změny technologií, potřeba dalších dodatečných průzkumů, možnost vzniku havárií při výstavbě nebo v době užívání stavby, atd.
Mechanické vlastnosti hornin se liší od vlastností stanovených geotechnickým průzkumem	Špatně stanovené výpočtové parametry, z toho vyplývající nutnost dodatečných úprav projektu
Zatopení základových jam vlivem neobvyklého množství srážek	Pozdržení stavebních prací, zvýšené náklady vlivem nutnosti odčerpání vody, znehodnocení výkopů, atd.
Deformační a napěťové odezvy na stavební zásah do horninového masivu jsou odlišné od projektových předpokladů	Nerovnoměrná sednutí základů, příliš velké tlaky na pažení výkopů, případně suterénní zdi a vznik trhlin. Z toho vyplývá nutnost dodatečných statických řešení a úprav projektů či technologických postupů
Geodynamické procesy, zvětrávání hornin, stárnutí stavebních materiálů nebo reologické procesy byly zanedbány či podceněny	Nadměrné přetváření podloží, suterénních i nadzemních konstrukcí a tím havárie objektů
Úniky škodlivin, průmyslových odpadů, zničení nebo zmenšení zdrojů podzemní vody	Narušení či poškození životního prostředí. Většinou se jedná o škody, jejichž náprava je finančně velice nákladná a pro viníka znamenají zpravidla vysokou finanční pokutu

Další skupina nepříznivých událostí má původ v nevyhovující technologii a technických řešeních, případně v lidských chybách při provádění správně navrženého projektu (viz [2] a [3]). Ani tyto události nelze vyloučit a proto při určování možných rizik je třeba s nimi počítat. Patří mezi ně například nevhodně provedená injektáž, která může mít v důsledku nadměrných tlaků za následek zvednutí podlah sklepů sousedních objektů nebo porušení inženýrských sítí, porušení základové spáry nedodržením technologických předpisů pro jejich ošetřování, či příliš vysokými seismickými účinky od trhacích nebo hutnicích prací, příliš rychlé snížení hladiny podzemní vody, které může způsobit dodatečně nerovnoměrné sednutí mělce založených sousedních objektů, atd.

KONTROLA RIZIK

Při kontrole geotechnických rizik se jedná o složitý proces. Jde o skupinu rozhodnutí, do kterých se zapojují všichni účastníci výstavby, neboť každý z nich je nositelem určitého rizika. Proces kontroly rizik zahrnuje:

- ☐ **rizikovou analýzu**, při níž se zjišťují možné nepříznivé události, pravděpodobnosti jejich vzniku, určují se možné škody způsobené těmito událostmi a oceňují se rizika,

- ☐ **vlastní kontrolu rizik**, tedy průběžné zjišťování možností vzniku nepříznivých událostí, jejich případnou eliminaci přijímáním různých technologických opatření, nebo změn,
- ☐ **zajišťování rizik**, neboli výběr způsobu snížení rizik účastníky výstavby tak, aby případná rizika byli schopni unést.

PRÁVDĚPODOBNOST VÝSKYTU NEPŘÍZNIVÝCH UDÁLOSTÍ

Po zjištění možných nepříznivých událostí, které mohou vzniknout je nutno určit pravděpodobnost se kterou k nim může dojít. Pro to je třeba zjistit všechny činitele, kteří jsou rozhodující pro vznik dané nepříznivé události a pokusit se stanovit pravděpodobnost jejich výskytu. To je otázkou vhodně zvoleného rozsahu geotechnického průzkumu pro získání co nejvýstižnějšího geomechanického modelu horninového masivu a předpokladů jeho přetváření. Tyto pravděpodobnosti je možno určit empiricky, subjektivně, nebo analyticky.

Empirický přístup se volí, pokud je dostatek informací k přímému určení pravděpodobnosti.

Subjektivní přístup zvolíme tam, kde je poznatků o podloží nedostatek a je založen na odhadech a doporučeních znalců. Pravděpodobnost se určuje kvalitativně, tedy v rozmezí 0 až 1 a to ve třech variantách:

- ☐ pesimistický odhad,
- ☐ optimistický odhad,
- ☐ nejpravděpodobnější hodnota.

Analytický přístup použijeme tam, kde podmínky dovolí užít spolehlivé vztahy pro spolupůsobení stavby s podložím. Pravděpodobnost výskytu jednotlivých činitelů nutných pro vznik nepříznivé události bývá určena kvantitativně a pravděpodobnost této události se zjišťuje nejčastěji simulačními metodami.

PŘÍPUSTNÁ RIZIKA

V další fázi je třeba rozhodnout, jaký stupeň rizika je ještě přípustný a porovnat ho s existujícím rizikem vzniku dané nepříznivé události. Existujícím rizikem v tomto případě rozumíme pravděpodobnost, s jakou při daném projektovém řešení nastane v posuzovaných podmínkách nežádoucí jev s určitými ekonomickými důsledky [4]. Míra přípustného rizika závisí na dohodě účastníků výstavby, tedy nositelů rizik a na jejich ochotě a schopnosti tato rizika podstoupit. Existující riziko se poté různými opatřeními sníží pod úroveň přípustného rizika. Nositelé rizik podstupují riziko z důvodů, že si ho neuvědomují (k čemuž by nemělo docházet), nebo je tak malé, že je zanedbáváno. Další možností je, že se jedná o riziko nevyhnutelné a tudíž je nutné jej podstoupit, nebo o riziko sledované a udržované pod úrovní přípustného rizika.

Stanovení přípustného rizika je vždy problematické. Nulového rizika dosáhnout nelze a dosažení nízké úrovně rizika je možné většinou jen s obrovskými náklady a používá se tedy u významných staveb nebo tam, kde by při případných haváriích mohlo dojít k obětem na životech.

Míru rizika je nutno v průběhu výstavby sledovat, čímž se snižují nejistoty které byly zahrnuty v procesu zjišťování pravděpodobnosti výskytu nepříznivých událostí a rizik jimi vyvolaných. V rámci průběhu sledování se stanovují varovné stavy pro přijetí určitých opatření, nutných k udržení míry rizika pod dohodnutou úrovní přijatelného rizika.

SNÍŽOVÁNÍ RIZIK

V podstatě je možné riziko stavby snižovat dvěma způsoby:

- ☐ snižování pravděpodobností vzniku nepříznivých událostí,
- ☐ snižování škod plynoucích z důsledků nepříznivých událostí.

Nejčastěji se volí kombinace obou těchto postupů. Při snižování pravděpodobnosti vzniku nepříznivých událostí provádíme parametrickou studii, při níž hledáme v daných geologických poměrech takový způsob založení stavby, při kterém je pravděpodobnost výskytu nepříznivých událostí nejmenší. Posuzujeme technické možnosti řešení projektu, technologické postupy, umístění a nasměrování objektu, rychlost výstavby, atd.

Základem pro snižování škod plynoucích z důsledků vzniku nepříznivých událostí je jejich přesná předpověď, kterou je možné získat kontrolním sledováním v průběhu výstavby. Při včasném zjištění vzniku nepříznivé události je možno do jisté míry omezit škody jí způsobené, např. vyloučení časových ztrát, pohotovost havarijních čet, včasná příprava obměn technických řešení, atd.

Technicko ekonomickou optimalizací se pak dosáhne nejvhodnější kombinace opatření snižujících stavební rizika pod úroveň přijatelných rizik. V závislosti na důležitosti stavby se přijímají při snižování rizik dvě strategie – maximalistická a optimalizační. Maximalistická strategie se volí tehdy, pokud při vzniku nepříznivých událostí jsou ohroženy lidské životy, nebo škody způsobené v důsledku těchto událostí jsou nevyčíslitelné. Usiluje se o dosažení co nejnižší míry rizik, bez ohledu na finanční prostředky na to vynaložené. Naopak optimalizační strategie je používána tehdy, pokud jde o technicko-ekonomický problém řešitelný optimalizací mezi náklady vynaloženými na snížení rizik a přínosy z toho plynoucími. Jde tedy o snížení rizika v přijatelném rozsahu, tak aby bylo dosaženo s co nejmenšími náklady.

Příspěvek byl vypracován za finančního přispění MŠMT, projekt IM680770001, v rámci činnosti výzkumného centra CIDEAS.

LITERATURA

- [1] BAŽANT, Z. : Zakládání staveb, SNTL Praha 1981
- [2] BRADÁČ, J.: Účinky poddolování a ochrana objektů, díl I. A II., Ostrava 1996
- [3] MACEKOVÁ, V., VLČEK, M.: Zakládání staveb, Brno 2004
- [4] ROZSYPAL, A.: Kontrolní sledování a rizika v geotechnice, Bratislava 2001

Reviewer: Ing. Ivan Holínka, IDEA s.r.o.